

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-310314

⑮ Int. Cl.⁴

G 02 B 6/30
6/12

識別記号

庁内整理番号

8507-2H
C-7036-2H

⑬ 公開 平成1年(1989)12月14日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光導波路と光ファイバとを接続する方法

⑯ 特 願 昭63-142389

⑰ 出 願 昭63(1988)6月8日

⑱ 発 明 者 郷 久 雄 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑲ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑳ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路と光ファイバとを接続する方法

2. 特許請求の範囲

1. 光ファイバと光導波路とを接続する方法において、

光ファイバと光導波路とを接続する接続構造が、光導波路を有する光導波路基体が固定されている光導波路保持部材と、光ファイバ保持部材と、光ファイバの位置決め用溝を有し前記光ファイバ保持部材に当接することにより光ファイバを位置決め固定する光ファイバ押え部材とを含み、

光ファイバを前記光ファイバ押え部材の前記位置決め用溝と前記光ファイバ保持部材の上面とにより挟み込み、磁力発生手段を前記光ファイバ保持部材の下面側に配置し付勢することにより、前記光ファイバ保持部材を介して前記光ファイバ押え部材を磁力吸引し前記光ファイバ保持部材の上

面に光ファイバを所定の力で保持する第1保持工程と、

前記光ファイバ保持部材と前記光導波路保持部材とを相対的に移動し、光ファイバの光軸と前記光導波路の光導入出口の光軸とを位置合せする第1光軸調整工程と、

前記第1光軸調整工程による光軸間の位置合せが終了した後、前記光ファイバ保持部材を前記光導波路保持部材にレーザ溶接で固定する第1次固定工程と、

前記第1次固定工程の終了の後、前記磁力発生手段を調節し、光ファイバを光ファイバ保持部材に対して相対的に移動し、光ファイバの光軸と前記光導入出口の光軸との微調位置合せをする第2光軸調整工程と、

前記第2光軸調整の後、前記磁力発生手段を付勢し、前記光ファイバ押え部材を前記光ファイバ保持部材に押付けることにより光ファイバを仮固定する仮固定工程と

前記仮固定工程で固定された光ファイバを前記

光導波路保持部材に接着固定する第2次固定工程とを含む、光ファイバと光導波路とを接続する方法。

2. 前記第2次固定工程での光ファイバと光導波路保持部材との接着固定が、光ファイバに接着固定部をメタライズし、ハンダ付により行われる請求項1記載の光ファイバと光導波路とを接続する方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光ファイバと光導波路とを接続する方法に関する。

〔従来技術〕

近年、光導波路は各種センサーや、光通信用の外部変調器等の様々な応用分野が考えられ、試作されている。そしてこれらの光導波路は、通常、単一モード動作するように構成されているため光導波路と単一モード光ファイバを結合させて一体化した、いわゆるビッグテール型の実装構造をと

せた状態でスポット溶接されるため、この溶接時の金属の溶融、凝固に伴って発生する応力により、先に行った光軸合わせがずれてしまうことがあった。このような光軸間のずれが生じると光ファイバと光導波路の光導出入口との間の光結合効率が低下してしまう。また、特に、第8図に示すようにフェルル保持部材63と光導波路保持部材65との間に段差が生じた状態で光軸合わせがなされた場合、このような段差部E、Fで溶接固定しなければならない。そして、このような段差部で溶接固定する場合には、溶接の際生じる応力によるX方向の軸ずれをすこしでも少なくするため、E、F部を交互に溶接し、光軸ズレを補正しているが、再現性に乏しく、装置の製造歩留まりが極めて悪かった。

本発明は上記問題点を解消し、光ファイバと光導波路とを接続、実装する際、光軸ズレが生じ難く、かつ光ファイバを最適な結合状態の位置に固定しやすく、接続装置の各構成部品の加工精度を余り高くしなくても最適な光結合を実現できる接

ることが望まれている。

従来の実装構造として、例えば、応用物理学会の光ファイバ・センサー研究会の文献W O F S 4 - 1 2 (1 9 8 7) に示す例がある。この従来のビッグテール型実装構造を第7図に示す。この第7図に示す構造では、光ファイバ61がフェルル62に挿入され固定されており、このフェルル62がフェルル保持部材63の貫通穴に挿入固定されることにより、光ファイバ61がフェルル保持部材63に固定されている。そして、光ファイバ61と光導波路64の導波路口との光軸合わせを行った後、このフェルル保持部材63は光導波路64を保持する光導波路保持部材65に固定される。この固定はレーザ溶接により行われ、フェルル保持部材63は光導波路保持部材65にスポット66で溶接により固定されていた。

〔発明の解決しようとする課題〕

上述の如き従来の接続構造では光ファイバ61と光導波路64との光軸合わせ後、フェルル保持部材63と光導波路保持部材65とを突き合わ

す方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の光ファイバと光導波路の接続方法では光ファイバと光導波路とを接続する接続構造が、光導波路を有する光導波路基体が固定された光導波路保持部材と、光ファイバ保持部材と、光ファイバの位置決め用溝を有し前記光ファイバ保持部材に当接することにより光ファイバを位置決め固定する光ファイバ押え部材とを含み、光ファイバを前記光ファイバ押え部材の前記位置決め用溝と前記光ファイバ保持部材の上面とにより挟み込み、磁力発生手段を前記光ファイバ保持部材の下面側に配置し付勢することにより、前記光ファイバ保持部材を介して前記光ファイバ押え部材を磁力吸引し前記光ファイバ保持部材の上面に光ファイバを所定の力で保持する第1保持工程と、前記光ファイバ保持部材と前記光導波路保持部材とを相対的に移動し、光ファイバの光軸と前記光導波路の光導出入口の光軸とを位置合せする第1光軸調整工程と、前記第1光軸調整工程による光軸間の位

置合せが終了した後、前記光ファイバ保持部材を前記光導波路保持部材にレーザ溶接で固定する第1次固定工程と、前記第1次固定工程の終了の後、前記磁力発生手段を調節し、光ファイバを光ファイバ保持部材に対して相対的に移動し、光ファイバの光軸と前記光導波路の光軸との微細位置合せをする第2光軸調整工程と、前記第2光軸調整の後、前記磁力発生手段を付勢し、前記光ファイバ押え部材を前記光ファイバ保持部材に押付けることにより光ファイバを仮固定する仮固定工程と前記仮固定工程で固定された光ファイバを前記光導波路保持部材に接着固定する第2次固定工程とを含むことを特徴とする。

〔作用〕

本発明の接続方法では、光導波路保持部材と光ファイバ保持部材との間及び光ファイバ保持部材と光ファイバ押え部材との間の2段階での光ファイバと光導波路との光軸合わせを行い、磁力発生手段を利用した仮固定後、光ファイバを直接光導波路保持部材にハンダにより固定することにより、

いようにフェルール4内に挿入されている。光ファイバ押え部材5は、略V形の溝5aを有している。この溝5aは、第3図に示すように、光ファイバ保持部材6の上面6aと協働し、光ファイバ3を挟み込み、光ファイバ3の位置決め固定を行う。このため、この略V形の溝5aの大きさは、光ファイバ3を入れたとき、光ファイバ3の外周面が、光ファイバ押え部材5の光ファイバ保持部材6への当接面5bと同一平面上にあるか、ほんの僅か突出するような大きさとする必要がある。

光導波路基体1は光導波路保持部材2の上面に当接し高融点の半田、例えば、Au-Sn半田でハンダ付けされている。このハンダ付けのため、光導波路基体1の下面及び光導波路保持部材2の上面には、ハンダ付けに適した金属（例えば、Au、Cu等）の膜がメッキ法、蒸着法、スパッタリング法等で形成されている。この実施例では、この固定を信頼性の観点から見てハンダ付けで行っているが、樹脂接着剤で固定するようにしてもよい。

固定される光ファイバ及び光導波路間の光軸合わせを確実にしている。

〔実施例〕

以下図面を参照しつつ本発明に従う実施例について説明する。

同一符号を付した要素は同一機能を有するため重複する説明は省略する。

第1図は本発明に従う接続方法によって接続された光ファイバと光導波路の接続構造の斜視図であり、第2図は第1図のX方向側面図であり、第3図は第2図のA-A断面図である。図に示す接続装置は、光導波路1aの光導波路1b、1cに光ファイバ3の光軸を位置合せし接続するものである。

この光ファイバと光導波路とを接続する接続構造は、光導波路基体1を保持する光導波路保持部材2と、光ファイバ3を保持する光ファイバ保持部材6と、光ファイバ3を光ファイバ保持部材6の所定の位置に仮固定する光ファイバ押え部材5とより構成される。光ファイバ3は取扱がしやす

光導波路保持部材2は光ファイバ保持部材6の側面に当接され、レーザによるスポット溶接（例えば、YAGレーザ、アレキサンドライトレーザ、CO₂レーザ等）にて互いにスポット9a、9bで固定されている。この固定はレーザによるスポット溶接により行われている。光ファイバ3の先端部近傍3aにはAu等がメタライズされ、このメタライズ部分3aで光導波路保持部材2に低融点ハンダ、例えばPb-Sn共晶ハンダで固定されている。

一方、光ファイバ押え部材5の材料は、以下に説明する接続方法で磁力による仮固定ができるように磁性材料とする。また、光ファイバ保持部材6を非磁性材料とする。更に、これらの部材の材料は互いにレーザ溶接できる材料であることが好ましい。この様な材料の例としては、YAGレーザで溶接する場合には光ファイバ押え部材5の材料としてコバール（Kovar）、Fe-42Ni合金等、光ファイバ保持部材6の材料としてステンレス鋼SUS303をあげることができる。

以下、上記接続装置の製造方法を説明する。

接続方法は、第4図に示すように、大きく分けて光導波路基体固定工程10と、光ファイバ保持工程11と、光軸調整工程12と、第1次固定工程13と、光軸調整仮固定工程14と、第2次固定工程15とより構成される。

上記各工程について以下詳細に説明する。

まず光導波路基体固定工程10を実施する。この工程では、先に説明したように、光導波路基体1の下面と光導波路保持部材2の上面とをハンダ付けにより固定する。

次に、光ファイバ保持工程11を実施する。この工程では、光ファイバ3のフェルール4を光ファイバ押え部材5に形成した略V形の溝5aに入れ、光ファイバ押え部材5の溝5aの形成面5bを光ファイバ保持部材6の上面6aに当接させる。次に、光ファイバ保持部材6の下面側に電磁石7等の磁力発生手段を配置し、この電磁石7に電流を流し、光ファイバ押え部材5を光ファイバ保持部材6の上面6a側に磁力吸引し、溝5aの側面

光ファイバ保持部材6と光導波路保持部材2とをそれらの当接側面部G、Hのスポット9a、9bで、レーザにより溶接し互いに固定する。

第1次固定工程13の実施により、溶接による各部材の材料の溶融、凝固等により、第1次光軸調整工程12で位置合せした光軸が主にX方向にずれることがある。この光軸ずれを補正するため、光軸調整仮固定工程14を実施する。この工程では、光ファイバ保持部材6に下面側に配置した電磁石7へ流す電流を調節し、フェルール4を光導波路1aに対してX、Z方向に移動させ、光ファイバ3の光軸と光導波路1aの光導出入口1b、1cの光軸との位置合せを行う。位置合せ完了後、電磁石7へ流す電流を多くし磁力を増加させ、光ファイバ押え部材5を光ファイバ保持部材6の上面6aに強固に押し付け仮固定する。この磁力の増加の際、再び、光ファイバ3の光軸が光導出入口1b、1cの光軸に対して僅かにずれることがあるが、その場合には、電磁石7へ流す電流を適宜調節しつつ、光ファイバ3の光軸と光導波路

と光ファイバ保持部材6の上面6aとにより光ファイバ3のフェルール4を仮固定する。電磁石9の磁力は、光ファイバ3のフェルール4を図においてZ方向に動かすことはできるが、Z方向での調節の際、X、Y方向に光ファイバ3のフェルール4が動いてしまわないように調節しておく。

次に、光軸調整工程12を実施する。この工程では、先の光ファイバ保持工程11で光ファイバ3が仮固定された光ファイバ保持部材6の側面を光導波路保持部材2の側面に当接させ、光導波路保持部材2に対して光ファイバ3のフェルール4をZ方向に、光ファイバ保持部材6をX、Y方向に相対的に移動させ、光ファイバ3の光軸と光導波路1aの光導出入口1b、1cの光軸との位置合わせを行う。光ファイバ3と光導波路の光導出入口1b、1cとの光軸合わせは、光ファイバの一方からレーザ光を入射させ、光導波路の光出力部の出力が最大となるように位置調整をする。

光軸調整工程12の光軸位置合せが終了した後、第1次固定工程13を実施する。この工程では、

1aの光導出入口1b、1cの光軸との位置合せの微調整を行うことにより、最適光結合状態での磁力により光ファイバ押え部材5と光ファイバ保持部材6との強固な仮固定が実施できる。

光軸調整仮固定工程14の終了後、第2次固定工程15を実施する。この工程では、光ファイバ3のメタライズ部分3aを光導波路保持部材2にハンダ8で固定する。このハンダ固定の際、光ファイバ3は光ファイバ押え部材5と光ファイバ保持部材6との間に挟み込まれて磁力により強固に固定されているので、光軸間の位置ずれは発生しにくい。

また、光ファイバ押え部材5は単に仮固定のために使用するため、光ファイバ3を挟み込む略V形の溝の形状を高精度で形成しなくてもすむ。これは、以下の理由による。この光ファイバ押え部材5を光ファイバ保持部材6にレーザ溶接で固定し、光ファイバを固定する場合には、この溝5aの深さが浅い時は、第5図に示すようにεの隙間が生じる。この状態で、光ファイバ3と光導波路

1 a の光導入出口 1 b、1 c との光軸合わせが完了したとき、これらの部材を互いにレーザ溶接で固定すると、光ファイバ押え部材 5 の下面 5 b が光ファイバ保持部材 6 の上面 6 a に接するように変形し、歪みが加わったまま固定されることになる。この為、このような接続装置が環境の変化特にとくに温度変動にさらされたとき、これらの部材の溶接部にクラックが生じ易く長期的使用において信頼性に問題が生じる恐れがある。また一方、溝 5 a の深さを深くし過ぎると光ファイバを位置決めする機能を果たすことができない。そこで、溝の深さの加工精度を概ね $5\mu\text{m}$ 以下に押える必要が生じ、接続装置の製造コストを下げるができなかった。しかし、本発明のように単に仮固定のためにのみ使用する場合には、このような高精度な加工は必要としない。

また上記実施例では、単一の光ファイバを光導波路に光結合させる接続装置の接続方法について説明しているが、光ファイバ押え部材に複数の溝を設け、これらの溝のピッチを光導波路の光導入

出口の配列ピッチと同じにしておけば、光導波路に対して複数の光ファイバを同時に接続することが可能になる。

本発明は上記実施例に限定されるものでなく、種々の変形例が考えられ得る。

具体的には、上記実施例では、光ファイバ自身を光ファイバ押え部材の溝に入れているが、この光ファイバをフェルールに挿入して、このフェルールを溝に入れるようにしてもよい。

更に、上記実施例では、光導波路に光結合される光ファイバの先端面を平坦に研磨した場合について示してあるが、先球加工、あるいはテーパ先球加工を施した光ファイバを使用してもよい。

また更に、光導波路と光ファイバ間の光結合効率を上げるため、その光結合面にマッチングオイルを塗布してもよい。

また更に、光ファイバの光導波路との光結合部近傍を加熱し、スポット径を大きくするようにして光結合効率を向上させてもよい。

また更に、上記実施例では光ファイバ押え部材

に形成する溝を略 V 形としているが、これに限定されず、そこに挿入される光ファイバの位置決めができる形状であれば、その形状に限定されない。

また更に、上記実施例では、光ファイバを直接光導波路保持部材にハンダ固定しているが、第 6 図に示す容易に、アルミナ等の断熱性の高い材料より構成された光ファイバマウント 20 を光導波路保持部材に予め取り付け、この光ファイバマウント 20 に光ファイバ 3 のメタライズ部分 3 a をハンダ付けしてもよい。このように構成することにより、半田付けの時間が短縮され、光ファイバのメタライズ部分の劣化を防止することができる。

また、上記実施例では光ファイバ押え部材を単に仮固定にのみ使用しているが、更に、強固に光ファイバを固定するため、光ファイバ保持部材にレーザ溶接してもよい。

(効果)

以上説明したように、本発明の接続方法では、部品の高精度加工が不必要になり、安価な部材で光ファイバと光導波路との光結合効率の高い接続

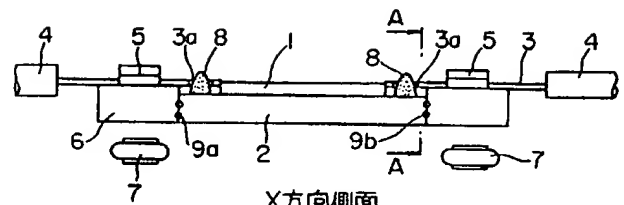
が可能となる。これにより、安価で高性能な接続装置が実現できるため、各種光センサ、光通信用変調器、光スイッチ等の光導波路モジュールへの適用が期待される。

4. 図面の簡単な説明

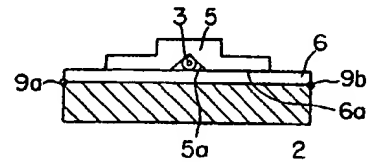
第 1 図は、本発明に従う接続方法を使用する接続装置の斜視図、第 2 図は、第 1 図に示す接続装置の X 方向側面図、第 3 図は、第 1 図に示す接続装置の A-A 断面図、第 4 図は、本発明に従う製造方法の概略工程線図、第 5 図は、本発明に従う接続方法を使用する接続装置の応用例を示す図、第 6 図は、光ファイバ押え部材の溝の加工精度に関連する問題点を説明する図、第 7 図は、従来例を示す図、及び第 8 図は、第 7 図に示す従来例の上面図である。

1、6 4 … 光導波路基体、1 b … 光導波路、
1 b、1 c … 光導入出口、
2、6 5 … 光導波路保持部材、
3、3 a、3 b、6 1 … 光ファイバ、

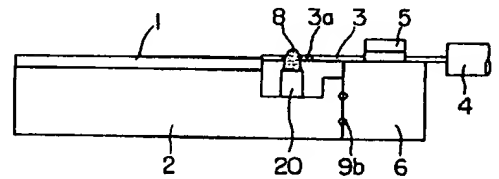
4、4 a、4 b、6 2…フェルール、
 5…光ファイバ押え部材、5 a…略V形溝、
 6…光ファイバ保持部材、7…電磁石、
 20…光ファイバマウント、9 a、9 b、6 6…
 スポット。



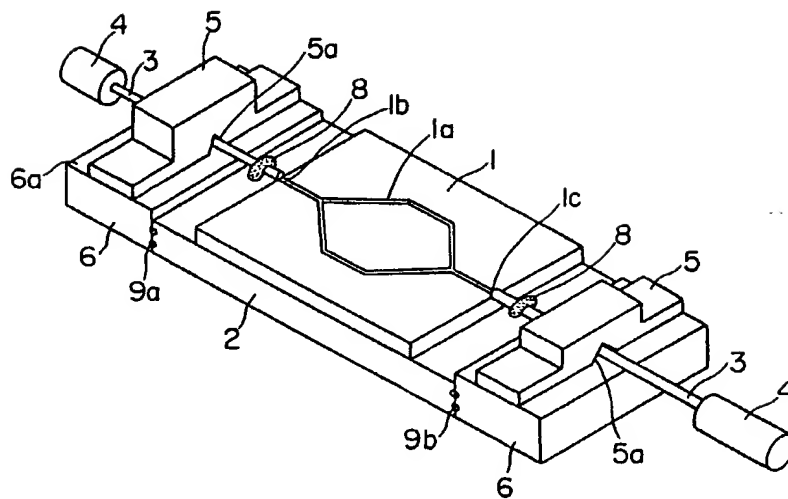
X方向側面
 第2図



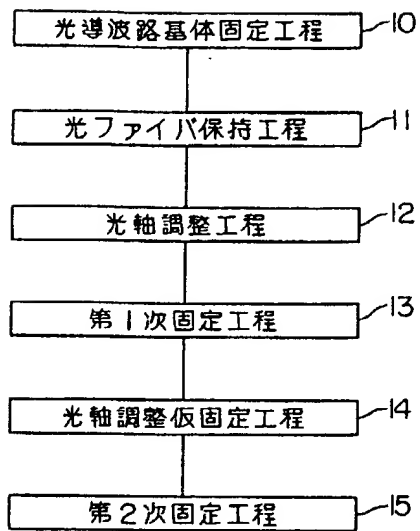
A-A断面
 第3図



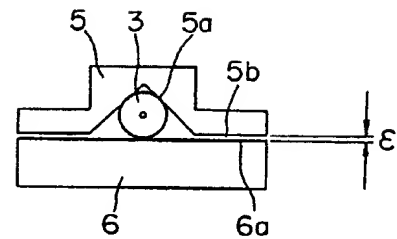
変形例
 第5図



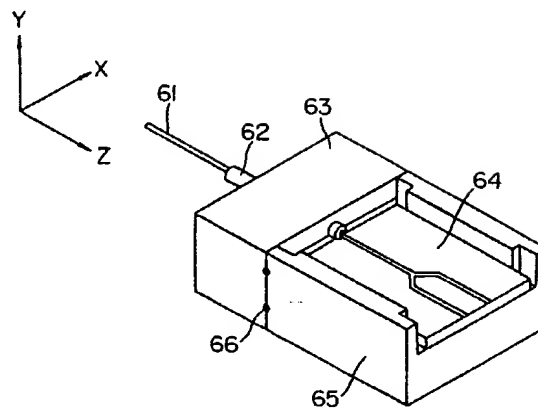
実施例
 第1図



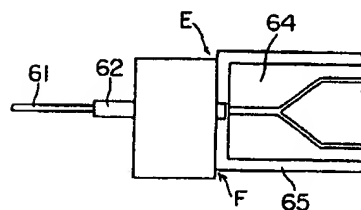
本発明の工程
第4図



加工精度の影響
第6図



従来例
第7図



従来例の上面
第8図

WEST

Generate Collection

Print

L17: Entry 1 of 1

File: JPAB

Dec 14, 1989

PUB-NO: JP401310314A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01310314 A

TITLE: METHOD OF CONNECTING LIGHT GUIDE AND OPTICAL FIBER

PUBN-DATE: December 14, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

GO, HISAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

APPL-NO: JP63142389

APPL-DATE: June 8, 1988

US-CL-CURRENT: 385/49; 385/137

INT-CL (IPC): G02B 6/30; G02B 6/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To surely execute optical axis alignment and to allow connection with high optical coupling efficiency by using a tentatively fixed magnetism generating means and fixing an optical fiber directly to a light guide holding member.

CONSTITUTION: The light guide holding member 2 fixed with a photoconductive base body 1 and holding member 6 for the optical fiber 3 are arrayed and an electromagnet 7 is disposed to the rear surface side of the holding member 6. Current is passed to this electromagnet 6 to attract a retaining member 5 consisting of a magnetic material having a V-shaped groove 5a and after the optical axes of the holding members 2, 6 are aligned, spots 9a, 9b are fixed by a laser. The registration of the optical fiber 3 and the waveguides 1b, 1c is then finely adjusted and after the member 5 is retained securely by the electromagnet 7, the optical fiber 3 is directly fixed to the waveguide holding member 2 by solder 8.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio